

PCT/PTO 27 SEP 2004

10/506

509,103

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
9 octobre 2003 (09.10.2003)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 03/083153 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ :
C22C 38/44, 38/46, 38/58, 38/60, 38/42

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR03/01013

(22) Date de dépôt international : 1 avril 2003 (01.04.2003)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
02/04115 3 avril 2002 (03.04.2002) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : USI-
NOR [FR/FR]; Immeuble La Pacific - La Défense 7, 11-13,
cours Valmy, F-92800 Puteaux (FR).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : EPOCH
Jean [FR/FR]; 12, rue des Pyrénées, F-75013
(FR).

(74) Mandataires : LAGRANGE, Jacq.
Lavoix, 2, Place d'Estienne d'Orves, F-75441 Paris Cedex
09 (FR).

(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,
DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,
SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE,
LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet
eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet
européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,
FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK,
TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des
revendications, sera republiée si des modifications sont re-
çues

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abrégia-
tions, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et
abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de
la Gazette du PCT.

(54) Title: BULK STEEL FOR THE PRODUCTION OF INJECTION MOULDS FOR PLASTIC MATERIAL OR FOR THE PRO-
DUCTION OF PIECES FOR WORKING METALS

(54) Titre : BLOC EN ACIER POUR LA FABRICATION DE MOULES D'INJECTION DE MATIÈRE PLASTIQUE OU POUR
LA FABRICATION DE PIÈCES POUR LE TRAVAIL DES MÉTAUX

(57) Abstract: The invention relates to a bulk steel for the production of injection moulds for plastic material or for the production
of pieces for working metals with a thickness greater than 20 mm, the structure of which is entirely martensitic or martensite-bainitic,
the hardness of which lies between 430 HB and 530 HB and the chemical composition of which is as follows in wt. %: 0.180 % = C
= 0.400 %; Si = 0.8 %; Mn = 2.5 %; Ni = 3 %; Cr = 3.5 %; Mo+W/2 = 2.8 %; V + Nb/2 + Ta/4 = 0.5 %; Al = 0.4 %; Ti + Zr/2 = 0.1
%; 0.0005 % < B < 0.015 %, S + Se + Te < 0.2 %, Pb + Bi < 0.2 %, Ca < 0.1 %, the remainder being iron and impurities arising in
production. The chemical composition further satisfies the following relationships: 3.2 = Tr = 9; 85 = Dr = 95; U/Dr = 10.0; with:
Tr = 1.8xC + 1.1xMn + 0.7xNi + 0.6xCr + 1.6xMo* + 0.5; Dr = 54xC^{0.25} + 24.5x(Mo* + 3xV*)^{0.30} + 1.58xMn + 0.74xNi + 1.8xSi
+ 12.5x(Cr)^{0.20}; U = 1600xC + 100x(0.25xCr + Mo* + 4.5xV*); R = 3.8xC + 10xSi + 3.3xMn + 2.4xNi + 1.4x(Cr + Mo*); Mo* +
3xV* = 0.4 %; Mo* = Mo + W/2; V* = V + Nb/2 + Ta/4; et B = 1/3 K₁ + 0.5; with K₁ = Min (I* ; J*); I* = Max (O ; I); J* = Max
(O ; J); I = Min (N ; N-0.29 (Ti + Zr/2 - 5)); Formula F(a).

(57) Abrégé : Bloc en acier pour la fabrication de moules d'injection de matière plastique ou pour la fabrication de pièces pour le
travail des métaux d'épaisseur supérieure à 20 mm, dont la structure est entièrement martensitique ou martensito-bainitique, dont la
dureté est comprise entre 430 HB et 530 HB et dont la composition chimique comprend, en % en poids : 0,180% ≤ C ≤ 0,400% ; Si
≤ 0,8% ; Mn ≤ 2,5% ; Ni ≤ 3% ; Cr ≤ 3,5% ; Mo+W/2 ≤ 2,8% ; V + Nb/2 + Ta/4 ≤ 0,5% ; Al ≤ 0,4% ; Ti + Zr/2 ≤ 0,1% ; 0,0005%
< B < 0,015%, S + Se + Te < 0,2%, Pb + Bi < 0,2%, Ca < 0,1% ; le reste étant du fer et des impuretés résultant de l'élaboration, la
composition chimique satisfaisant en outre les relations suivantes : 3,2 ≤ Tr ≤ 9 ; 85 ≤ Dr ≤ 95 ; U/Dr ≤ 10,0 ; avec : Tr = 1,8xC +
1,1xMn + 0,7xNi + 0,6xCr + 1,6xMo* + 0,5 ; Dr = 54xC^{0,25} + 24,5x(Mo* + 3xV*)^{0,30} + 1,58xMn + 0,74xNi + 1,8xSi + 12,5x(Cr)^{0,20} ;
U = 1600xC + 100x(0,25xCr + Mo* + 4,5xV*) ; R = 3,8xC + 10xSi + 3,3xMn + 2,4xNi + 1,4x(Cr + Mo*) ; Mo* + 3xV* ≥ 0,4% ;
Mo* = Mo + W/2 ; V* = V + Nb/2 + Ta/4 ; et B ≥ 1/3 K₁ + 0,5 ; avec K₁ = Min (I* ; J*) ; I* = Max (O ; I) ; J* = Max (O ; J) ; I = Min
(N ; N-0,29 (Ti + Zr/2 - 5)) ; Formula F(a).

WO 03/083153 A1

BLOC EN ACIER POUR LA FABRICATION DE MOULES D'INJECTION DE
MATIERE PLASTIQUE OU POUR LA FABRICATION DE PIECES POUR LE
TRAVAIL DES METAUX

5 La présente invention est relative à un bloc en acier utilisable, notamment, pour la fabrication de moules pour le moulage par injection de matières plastiques ou pour le moulage des métaux tels que les alliages légers ou pour la fabrication de pièces pour le travail des métaux.

10 Les moules pour le moulage par injection de matières plastiques sont, en général, réalisés en aciers dont la dureté est voisine de 300HB. Cependant, lorsque ces moules sont utilisés pour le moulage de plastiques tels que les plastiques techniques ou les plastiques thermodurcissables, il est préférable d'utiliser des aciers plus durs résistant mieux à l'usure. On peut alors utiliser un acier tel que le 55 NCDV 7 contenant environ 0,55% de carbone, 1,75% de nickel, du chrome, du molybdène
15 et du vanadium qui permet de fabriquer des moules dont la dureté est voisine de 400 HB. Cet acier présente cependant plusieurs inconvénients : il est difficile à usiner et d'usure. En outre, cet acier comporte souvent des ségrégations localisées qui créent des points durs préjudiciables à l'aptitude au polissage ou au grainage chimique. Ces deux inconvénients sont particulièrement gênants car la
20 fabrication des moules nécessite des usinages importants et les moules sont généralement réparés par rechargement par soudure et polis ou grainés. En outre, ces moules doivent pouvoir être durcis en surface, par exemple par nitruration, sans perdre leur dureté.

25 Pour des applications encore plus exigeantes et particulièrement quand les plastiques injectés sont chargés de fibres très dures, il est préférable d'utiliser des aciers encore plus durs, résistant mieux à l'usure. De même l'accroissement des pressions d'injection conduit également à rechercher des aciers plus résistants et donc plus durs. Enfin, pour certaines applications d'injection d'alliages légers ou de travail à froid ou à tiède des métaux, les contraintes mécaniques imposées à
30 l'outillage et les exigences de tenue à l'usure conduisent à adopter des niveaux de dureté de l'acier supérieurs à 450HB. On peut alors chercher à utiliser un acier de résistance voisine de 450 voire 500 HB tel que par exemple les nuances AISI H11 ou H13 qui sont également couramment utilisées pour l'injection d'alliages légers. Ces aciers contiennent environ : 0,4% de carbone, 5% de chrome, 1,25% de molybdène,

0,3 à 1% de vanadium. Mais de tels aciers présentent, à un degré encore plus élevé, les mêmes d'inconvénients que le 55NCDV 7, évoqués plus haut.

En outre, un autre problème se pose de manière particulièrement cruciale avec l'accroissement de la dureté, laquelle s'accompagne presque inévitablement d'une réduction de ténacité : le risque de fissuration entre les canaux de refroidissement et la surface d'empreinte du moule, que ces canaux ont pour fonction de refroidir efficacement, en passant relativement près de cette surface.

Le but de la présente invention est de remédier à ces inconvénients en proposant un acier pour moules ou pour la fabrication de pièces pour le travail des métaux plus facilement soudable, plus facile à usiner, à polir et à grainer et plus conducteur de la chaleur que les aciers selon l'art antérieur, et permettant de fabriquer des moules ou des outils ayant une dureté de l'ordre de 450 à plus de 500 HB, y compris après une opération de durcissement en surface par nitruration, ce qui impose que les caractéristiques requises, notamment en dureté, soient compatibles avec un revenu à une température supérieure à 530°C.

A cet effet, l'invention a pour objet un bloc en acier d'épaisseur supérieure à 20 mm et pouvant aller jusqu'à 1500mm, dont la structure est martensitique, martensito-bainitique, dont la dureté est comprise entre 430 HB et 520 HB en tous points, destiné à la fabrication de pièces pour moules ou pour outillage, et dont la composition chimique comprend, en % en poids :

$$0,180\% \leq C \leq 0,400\%$$

$$Si \leq 0,8\%$$

$$Mn \leq 2,5\%$$

$$Ni \leq 3\%$$

$$Cr \leq 3,5\%$$

$$Mo+W/2 \leq 2,8\%$$

$$V + Nb/2 + Ta/4 \leq 0,5\%$$

$$Al \leq 0,4\%$$

$$Ti + Zr/2 \leq 0,1\%$$

- du bore en une teneur comprise entre 0,0005% et 0,015%,
- éventuellement un ou plusieurs éléments pris parmi le soufre, le sélénium et le tellure, la somme des teneurs en ces éléments étant inférieure ou égale à 0,2%,
- éventuellement un ou plusieurs éléments pris parmi le plomb et le bismuth, la somme des teneurs en ces éléments étant inférieure ou égale à 0,2%,

- éventuellement du calcium en une teneur inférieure ou égale à 0,1%,
le reste étant du fer et des impuretés résultant de l'élaboration, le cuivre étant une impureté, la composition chimique satisfaisant en outre les relations suivantes :

$$3,2 \leq Tr \leq 9$$

5

$$85 < Dr \leq 95$$

$$U/Dr \leq 10,0$$

$$Mo^* + 3xV^* \geq 0,4\%$$

dans lesquelles, pour des teneurs exprimées en % :

$$Tr = 1,8xC + 1,1xMn + 0,7xNi + 0,6xCr + 1,6xMo^* + 0,5$$

10

$$Dr = 54xC^{0,25} + 24,5x(Mo^* + 3xV^*)^{0,30} + 1,58xMn + 0,74xNi + 1,8xSi + 12,5x(Cr)^{0,20}$$

$$U = 1600xC + 100x(0,25xCr + Mo^* + 4,5xV^*)$$

$$R = 3,8xC + 10xSi + 3,3xMn + 2,4xNi + 1,4x(Cr + Mo^*)$$

$$Mo^* = Mo + W/2$$

15

$$V^* = V + Nb/2 + Ta/4$$

et les teneurs en bore, aluminium, titane, zirconium et azote, exprimées en millièmes de % en poids, sont telles que :

$$B \geq \frac{1}{3} \times K1 + 0,5$$

avec $K1 = \text{Min}(I^* ; J^*)$

20

$$I^* = \text{Max}(0 ; I) \quad \text{et} \quad J^* = \text{Max}(0 ; J)$$

$$I = \text{Min}(N ; N - 0,29(Ti + Zr/2 - 5))$$

$$J = \text{Min}\left(N ; 0,5\left(N - 0,52 \text{ Al} + \sqrt{(N - 0,52 \text{ Al})^2 + 283}\right)\right)$$

De préférence, la composition chimique est telle que :

$$R > 11$$

25

De préférence également, la composition chimique est telle que :

$$R \leq 2,7xTr$$

Il est préférable que la teneur en silicium reste strictement inférieure à 0,45% en poids.

De préférence, la composition est telle que : $R/(2,7xTr) \leq 0,90$, plus
30 préférentiellement $R/(2,7xTr) \leq 0,80$.

De préférence, la composition est telle que $U/Dr \leq 9,0$.

En outre, il est préférable que la composition chimique de l'acier soit telle que :

$$0,230 \% \leq C \leq 0,350 \%$$

$$Si \leq 0,30 \%$$

$$0,1 \% < Mn \leq 1,8 \%$$

$$Ni \leq 2,5 \%$$

$$0,2 \% \leq Cr \leq 3 \%$$

$$Mo + W/2 \leq 2,5 \%$$

$$V + Nb/2 + Ta/4 \leq 0,3 \%$$

$$Mo^* + 3xV^* \geq 0,8\%$$

et mieux encore, telle que :

$$0,240 \% \leq C \leq 0,320 \%$$

$$Si \leq 0,15 \%$$

$$0,1 \% \leq Mn \leq 1,6 \%$$

$$Ni \leq 2 \%$$

$$0,2 \% \leq Cr \leq 2,5 \%$$

$$0,3 \% \leq Mo + W/2 \leq 2,5 \%$$

$$V + Nb/2 + Ta/4 \leq 0,3 \%$$

$$Mo^* + 3xV^* \geq 1,2\%$$

Il est alors préférable que Tr soit telle que $Tr > 4,5$.

L'invention concerne également une pièce de moule en acier usinée dans un bloc conforme selon l'invention, dont au moins une partie de la surface est durcie par nitruration et dont la dureté en tous points est comprise entre 430 HB et 530 HB.

L'acier selon l'invention a l'avantage d'avoir une meilleure conductibilité thermique que les aciers selon l'art antérieur. Cette meilleure conductibilité thermique permet de prévoir des canaux de refroidissement plus éloignés de la surface des moules que ce qu'exige l'utilisation d'aciers selon l'art antérieur. Ainsi, le risque de fissures entre les canaux et la surface de l'empreinte des moules est sensiblement réduit. De plus, du fait de la meilleure conductibilité thermique, le refroidissement des moules se fait de façon plus homogène, ce qui améliore la qualité du moulage.

L'acier selon l'invention est également destiné à fabriquer des pièces pour le travail des métaux.

L'invention va maintenant être décrite de façon plus précise mais non limitative et illustrée par des exemples.

Les pièces pour moules ou par travail des métaux sont fabriquées par usinage dans des blocs d'acier massifs trempés pour obtenir une structure martensitique ou

martensito-bainitique et revenus pour obtenir les propriétés souhaitées de dureté et ductilité. Il est alors nécessaire d'utiliser un acier ayant une trempabilité élevée et une aptitude au durcissement importante. Mais ces aciers durcis doivent avoir une usinabilité la meilleure possible et une conductivité thermique la plus élevée possible.

5 Cette dernière propriété est utile pour améliorer la productivité des opérations de moulage. A priori, la combinaison de ces différentes propriétés est contradictoire. En effet, il est connu que l'acier est d'autant moins facile à usiner qu'il est dur et il est connu d'améliorer l'usinabilité en ajoutant des éléments d'addition tels que le soufre, le calcium, le sélénium, le tellure ou le plomb. Mais, dans les aciers à moules ces
10 additions doivent être limitées car, bien qu'elles soient acceptables lorsque la surface des empreintes des moules est grainée, elles sont néfastes quand les surfaces sont polies. En tout état de cause de telles additions sont insuffisantes. On sait également que la conductivité thermique de l'acier et sa trempabilité varient en sens inverse en fonction de sa composition. Ces exigences sont donc contradictoires. Cependant, les
15 inventeurs ont constaté de façon nouvelle qu'il est possible de trouver des domaines de composition permettant d'obtenir des combinaisons de propriétés sensiblement meilleures que des aciers connus. Ces domaines de composition sont définis d'une part, par des fourchettes de teneurs en chacun des éléments de la composition, et d'autre part, par des formules à respecter.

20 Pour obtenir de telles combinaisons de propriétés, l'acier doit contenir :

- de 0,18% à 0,4% de carbone pour former des carbures durcissant sans toutefois trop détériorer la soudabilité, la ténacité et l'usinabilité, de préférence, cette teneur doit être comprise entre 0,230% et 0,350%, et mieux encore, comprise entre 0,240% et 0,320% .
- 25 - moins de 0,8%, de préférence moins de 0,30% et mieux, moins de 0,15% de silicium. Cet élément utilisé généralement pour désoxyder l'acier au cours de l'élaboration a un effet défavorable sur la conductivité thermique. Cependant, il est toujours présent au moins à l'état de traces.
- moins de 2,5% de manganèse, et de préférence, de 0,1% à 1,8%, et mieux, de
30 0,1 % à 1,6%, pour obtenir une bonne trempabilité sans toutefois engendrer trop de ségrégations qui réduiraient l'aptitude à obtenir de bons états de surface sur les moules. Cet élément est toujours présent au moins à l'état de traces. En outre, il est préférable que sa teneur soit supérieure à 0,1% afin de piéger le soufre toujours présent à l'état d'impuretés. Si du soufre a été ajouté pour

améliorer l'usinabilité, la teneur minimale en manganèse doit être de préférence adaptée en conséquence et être d'au moins 5 fois, et de préférence 7 fois la teneur en soufre.

- 5 - Moins de 3 % de nickel, de préférence moins de 2,5% et mieux encore moins de 2%. Cet élément permet d'augmenter la trempabilité mais il est très coûteux. Il peut être présent à l'état de traces. Cependant, dans les applications requérant une forte ténacité et une très bonne homogénéité de dureté, il peut être intéressant de réduire la teneur en manganèse au profit du nickel à raison de
10 d'une partie du manganèse par du nickel a aussi l'avantage de réduire les ségrégations.
- Moins de 3,5% de chrome, et de préférence de 0,2 % à 3% de chrome, et plus préférentiellement encore, de 0,2% à 2,5%. Cet élément permet d'augmenter la trempabilité, mais en trop forte quantité, il a tendance à enrichir les carbures en
15 chrome au détriment d'autres éléments plus favorables tels que le molybdène, le tungstène, le vanadium, le niobium et le tantale. Il peut être présent à l'état de traces.
- Du molybdène et/ou du tungstène en des teneurs telles que la somme $Mo^* = Mo + W/2$ soit inférieure à 2,8%, et de préférence inférieure à 2,5%, il est également
20 préférable qu'elle soit supérieure à 0,3%. Ces éléments sont fortement trempant, en outre, ils réduisent sensiblement l'adoucissement au revenu, ce qui est souhaitable notamment lorsque les empreintes des moules sont soumises à des traitements de surface telles que la nitruration à des températures d'au moins 500°C. Cependant, en trop grande quantité, ils détériorent l'aptitude à l'usinage.
- 25 - Eventuellement au moins un élément pris parmi le vanadium, le niobium et le tantale en des teneurs telles que la somme $V^* = V + Nb/2 + Ta/4$ soit inférieure à 0,5%, et mieux, inférieure à 0,3%. Ces éléments permettent d'augmenter la résistance à l'adoucissement au revenu, notamment lorsque le revenu est effectué au-dessus de 550°C. Ils permettent également d'augmenter la tenue à
30 l'usure des empreintes des moules. Mais en trop forte quantité, ils détériorent l'usinabilité et la soudabilité.
- de 0,0005 % à 0,015 % de bore. Cet élément augmente sensiblement la trempabilité sans nuire à la conductivité thermique. De plus, son effet disparaissant aux températures d'austénitisation élevées rencontrées en

soudage, il est favorable à une bonne aptitude à la réparation par soudure. En dessous de 0,0005%, qui est pratiquement la limite de détection par les moyens d'analyse, il n'a pas d'effet significatif. Au-dessus de 0,015% il engendre une fragilisation de l'acier sans augmenter la trempabilité.

5 Eventuellement jusqu'à 0,4% d'aluminium et éventuellement un ou plusieurs éléments pris parmi le titane et le zirconium, la somme $Ti + Zr/2$ pouvant aller jusqu'à 0,1%. Ces éléments sont des désoxydants forts. De plus ils fixent l'azote toujours présent au moins à titre d'impureté en des teneurs généralement inférieures à 0,0250% mais pouvant aller au delà, cependant, lorsque l'acier contient du bore la
10 teneur en azote doit rester inférieure à 0,0250%. La présence d'au moins un élément pris parmi Al, Ti et Zr est souhaitable pour que le bore ait sa pleine efficacité.

 Pour que l'aluminium, le titane et le zirconium, pris seuls ou en combinaison de deux ou trois de ces éléments, protègent le bore contre l'azote et lui confèrent ainsi sa pleine efficacité, les teneurs en bore, aluminium, titane, zirconium et azote,
15 exprimées en millièmes de % en poids, doivent, de préférence, être telles que :

$$B \geq \frac{1}{3} \times K1 + 0,5$$

avec $K1 = \text{Min}(I^* ; J^*)$

$I^* = \text{Max}(0 ; I)$ et $J^* = \text{Max}(0 ; J)$

$I = \text{Min}(N ; N - 0,29(Ti + Zr/2 - 5))$

20 $J = \text{Min}\left(N ; 0,5\left(N - 0,52 \text{ Al} + \sqrt{(N - 0,52 \text{ Al})^2 + 283}\right)\right).$

- Le cuivre peut exister à l'état de traces ou d'impureté jusqu'à des teneurs de l'ordre de 0,3%.
- Eventuellement un ou plusieurs éléments pris parmi le soufre, le sélénium et le tellure en faible quantité, la somme des teneurs en ces éléments devant rester
25 inférieure à 0,2%. Cependant, lorsque l'acier est destiné à la fabrication de moules dont la surface est polie et grainée chimiquement, la somme des teneurs en ces éléments doit rester inférieure à 0,025%, ou mieux, inférieure à 0,005%.
- Eventuellement un ou plusieurs éléments pris parmi le plomb et le bismuth, la somme des teneurs en ces éléments étant inférieure à 0,2%. Cependant, lorsque
30 l'acier est destiné à la fabrication de moules dont la surface est polie et grainée chimiquement, il est préférable que l'acier ne contienne pas de tels éléments.

- Eventuellement du calcium en une teneur inférieure à 0,1%. Cependant, lorsque l'acier est destiné à la fabrication de moules dont la surface est polie et grainée chimiquement, il est préférable que l'acier ne contienne pas cet élément car son action positive sur l'usinabilité se réalise en conjonction avec le soufre dont l'addition est préférentiellement limitée quand l'acier doit être poli ou grainé.
- le reste de la composition est constitué de fer et d'impuretés résultant de l'élaboration. Il convient de noter que, pour tous les éléments d'addition dont la teneur minimale n'est pas imposée, lorsque ces éléments ne sont pas ajoutés, ils peuvent toujours se trouver au moins sous forme de résiduels ou d'impuretés, en des teneurs très faibles.

A l'intérieur des limites qui viennent d'être définies, la composition de l'acier doit être choisie afin d'obtenir les caractéristiques d'usage souhaitées. Pour cela, la composition doit être telle que :

- la grandeur $Tr = 1,8xC + 1,1xMn + 0,7xNi + 0,6xCr + 1,6xMo^* + 0,5$, soit supérieure à 3,2 et mieux supérieure à 4,5 pour obtenir une trempabilité suffisante. En particulier, Tr doit être inférieur à 4,5 pour permettre d'obtenir une structure martensito-bainitique et non une structure perlitique sur des pièces dont l'épaisseur peut dépasser 1500mm.
- La grandeur $Dr = 54xC^{0,25} + 24,5x(Mo^* + 3xV^*)^{0,30} + 1,58xMn + 0,74xNi + 1,8xSi + 12,5x(Cr)^{0,20}$ doit être comprise entre 85 et 95 afin d'obtenir un durcissement par les carbures suffisant sans toutefois trop détériorer l'usinabilité.
- La grandeur $U = 1600xC + 100x(0,25xCr + Mo^* + 4,5xV^*)$ qui est un indicateur de l'usinabilité (plus il est faible, plus l'usinabilité est bonne), doit être tel que le ratio rendant compte de la difficulté d'usinage rapportée au durcissement, U/Dr , reste inférieur à 10,0 et de préférence à 9,0.
- La grandeur $R = 3,8xC + 10xSi + 3,3xMn + 2,4xNi + 1,4x(Cr + Mo^*)$ qui varie comme la résistivité thermique, c'est à dire l'inverse de la conductivité thermique, doit, de préférence, rester inférieure ou égal à $2,7xTr$. Mieux, le ratio $R/(2,7xTr)$ doit être inférieur ou égal à 0,90 et, mieux encore à 0,80. Cependant, compte tenu de l'ensemble des exigences de caractéristiques souhaitées pour l'acier, cette grandeur ne peut, en général, pas descendre en dessous de 11 aussi,

l'invention concerne plus particulièrement les aciers pour lesquels $R > 11$, tout en étant le plus faible possible.

- Compte tenu de toutes les contraintes, la somme $Mo^* + 3xV^*$ doit être supérieure à 0,4% ; lorsque la composition de l'acier correspond à l'analyse préférentielle :

5 $0,230 \% \leq C \leq 0,350 \%$

$$Si \leq 0,30 \%$$

$$0,1 \% < Mn \leq 1,8 \%$$

$$Ni \leq 2,5 \%$$

$$0,2 \% \leq Cr \leq 3 \%$$

10 $Mo + W/2 \leq 2,5 \%$

$$V + Nb/2 + Ta/4 \leq 0,3\%$$

$Mo^* + 3xV^*$ doit être supérieur à 0,8% ; lorsque l'acier correspond à l'analyse plus préférentielle :

15 $0,240 \% \leq C \leq 0,320 \%$

$$Si \leq 0,15 \%$$

$$0,1 \% \leq Mn \leq 1,6 \%$$

$$Ni \leq 2 \%$$

$$0,2 \% \leq Cr \leq 2,5 \%$$

20 $0,3 \% \leq Mo + W/2 \leq 2,5 \%$

$$V + Nb/2 + Ta/4 \leq 0,3 \%$$

$Mo^* + 3xV^*$ doit être supérieur à 1,2%.

Pour fabriquer un moule avec cet acier, on élabore l'acier, on le coule et on le lamine ou on le forge à chaud de façon connue et on le découpe pour obtenir des blocs de dont l'épaisseur est supérieure à 20 mm et peut dépasser 100mm et
25 atteindre 400mm, voire 600mm, et même 1500 mm. A noter que, pour les épaisseurs les moins importantes, les blocs peuvent être des tôles ou des larges plats, et que pour les plus fortes épaisseurs, ce sont, en général, des blocs forgés.

Les blocs sont austénitisés, éventuellement dans la chaude de forgeage ou de laminage, à une température supérieure à AC_3 et de préférence inférieure à $950^\circ C$,
30 notamment lorsque l'acier contient du bore, puis ils sont trempés à l'air, l'huile ou l'eau selon l'épaisseur et la trempabilité de l'acier, de façon à obtenir une structure martensitique ou martensito-bainitique dans toute la masse. Enfin, ils sont revenus à une température supérieure à $500^\circ C$ et, de préférence, au moins égale à $550^\circ C$,

mais inférieure à AC_1 . On obtient ainsi une dureté comprise entre 430HB et 530HB environ.

Dans de tels blocs, on usine de façon connue des pièces de moules comportant des empreintes qui sont polies et éventuellement grainées. Eventuellement, ces
5 pièces sont durcies en surface, par exemple par nitruration gazeuse. Après nitruration gazeuse, hormis l'extrême surface des pièces qui est nitrurée, la dureté de l'acier reste comprise entre 430HB et 530HB environ.

A titre d'exemple et de comparaison, on considère les analyses rapportées au tableau 1, dont certaines caractéristiques sont reportées au tableau 2.

10 Les exemples 1 à 6, 9 à 12 et 14 à 16 sont conformes à l'invention et les exemples 17, 18, 20 et 21 sont donnés à titre de comparaison. Ces aciers ne contiennent pas d'additions de sélénium, tellure, plomb, bismuth ou calcium. Ils contiennent cependant un peu de soufre, entre 0,010% et 0,020%.

Pour tous ces aciers, on a également déterminé la dureté HB à l'état trempé
15 revenu, c'est à dire pour une structure martensitique ou martensito-bainitique revenue à 550°C, ainsi que la dureté HVZAT en zone affectée par la chaleur au voisinage d'une soudure qu'on a comparé à la dureté HVbase du métal de base non affecté par la chaleur. Ces résultats sont reportés également au tableau 1.

Au vu de ces deux tableaux, on peut constater, qu'à dureté comparable (HB) et
20 coefficient de dureté D_r comparable, les aciers selon l'invention ont une usinabilité meilleure (ratio U/D_r plus faible) que les aciers donnés à titre de comparaison. En outre, ils ont une aptitude à la réparation par soudure meilleure et surtout une réponse homogène au polissage après réparation bien meilleure que celle des aciers donnés à titre de comparaison, puisque la dureté en ZAT est plus faible et surtout
25 que le rapport HVZAT/HVbase est plus faible. Pour les aciers selon l'invention, le rapport HVZAT/HVbase ne dépasse pas en effet 1,20 lorsque le carbone est inférieur ou égal à 0,35%.

Tableau 1

	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	W	V	Nb	Cu	B*	Al*	Ti*	N*
1	0,25	0,15	1,3	0	2,1	1	0	0,3	0	0,2		25		6
2	0,24	0,13	1,2	0,3	2,5	1	0,9	0,26	0,1	0,2		4		8
3	0,2	0,1	1,3	1	2	1,1	0,8	0,3	0	0,2		19		4
4	0,25	0,15	1	0,2	2	2,1	0	0,3	0	0,3		35		5
5	0,28	0,15	1	0,2	3,3	1,8	1,5	0,3	0	0,2		22		5
6	0,29	0,04	1,2	1,2	2,1	1	0	0,16	0,28	0,02		27	12	6
9	0,35	0,15	0,7	1	1,3	1,5	0	0,28	0	0,3	2	65		5
10	0,35	0,15	1,4	1,5	1,5	1,5	0	0,28	0	0,2	2	14	22	6
11	0,28	0,12	0,7	1,2	2,2	1,6	0	0,2		0,3		18		3
12	0,31	0,12	0,2	1,2	2,2	1,6	0	0,2	0	0,1	3	32	18	5
14	0,38	0,13	1,3	0,2	2,9	1,5	0	0,1	0	0,2		21		9
15	0,39	0,05	1,3	1,8	2	1,55	0	0,09		0,2		27		2
16	0,39	0,03	1,3	1,5	3,2	0,8	0	0,1		0,3		25		3
17	0,39	0,3	0,63	0,1	1,5	0,45	0	0,42	0	0,1		18		4
18	0,38	1	0,4	0,2	5	1,25	0	0,34	0	0,1		22		5
20	0,34	0,25	0,8	0,2	0,5	0,5	0	0,6	0	0,3		12		7
21	0,39	0,45	0,57	0,1	3,2	0,7	0	0,24	0	0,2		15		5

* le bore, l'azote, le titane et l'aluminium sont exprimés en millièmes de %.

Tableau 2

	Tr	Dr	U	R	R/2,7Tr	U/Dr	HB	HVZA
1	4,74	84,7	688	11,1	0,87	8,12	440	540
2	5,78	86,9	731	12,4	0,8	8,41	460	540
3	6,09	85,3	655	13,4	0,81	7,68	443	500
4	6,25	88,6	795	12	0,71	8,97	472	539
5	7,8	92,7	921	14,5	0,69	9,93	515	588
6	5,54	86,7	752	12,7	0,85	8,67	460	586
9	5,78	88,4	869	11,5	0,73	9,82	477	626
10	7,02	90,3	874	15,3	0,8	9,67	493	641
11	5,99	87,2	753	12,8	0,79	8,64	462	574
12	6	87,4	801	11,2	0,69	9,17	462	597
14	6,39	89,5	876	13,7	0,79	9,78	485	679
15	7,07	89,8	870	15,6	0,82	9,68	493	685
16	6,38	86,9	829	15,3	0,89	9,54	455	701
17	3,09	86,6	896	9,53	1,14	10,3	460	663
18	6,26	93,6	1011	22	1,3	10,8	530	727
20	2,73	85,4	877	8,31	1,13	10,3	442	601
21	4,44	87,4	882	13,6	1,13	10,1	465	694

5

Ces aciers sont aptes à la fabrication de pièces de moules d'injection de matières plastiques. Mais ils sont aptes également à la fabrication de pièces d'outillage pour le travail des métaux.

REVENDICATIONS

1 – Bloc en acier destiné à la fabrication de moules pour l'injection de matière
 5 plastique ou pour le moulage de métaux ou pour la fabrication de pièces pour le
 travail des métaux, d'épaisseur supérieure à 20 mm, dont la structure est
 entièrement martensitique ou martensito-bainitique, dont la dureté en tous points est
 comprise entre 430 HB et 530 HB et dont la composition chimique de l'acier
 comprend, en % en poids :

$$0,180\% \leq C \leq 0,400\%$$

$$Si \leq 0,8\%$$

$$Mn \leq 2,5\%$$

$$Ni \leq 3\%$$

$$Cr \leq 3,5\%$$

$$Mo+W/2 \leq 2,8\%$$

$$V + Nb/2 \leq 0,5\%$$

- du bore en une teneur comprise entre 0,0005% et 0,015%,
- 20 - éventuellement un ou plusieurs éléments pris parmi le soufre, le sélénium et le
 tellure, la somme des teneurs en ces éléments étant inférieure ou égale à 0,2%,
- éventuellement un ou plusieurs éléments pris parmi le plomb et le bismuth, la
 somme des teneurs en ces éléments étant inférieure ou égale à 0,2%,
- éventuellement du calcium en une teneur inférieure ou égale à 0,1%,
- 25 le reste étant du fer et des impuretés résultant de l'élaboration, le cuivre étant une
 impureté, la composition chimique satisfaisant en outre les relations suivantes :

$$3,2 \leq Tr \leq 9$$

$$85 < Dr \leq 95$$

$$U/Dr \leq 10,0$$

$$Mo^* + 3xV^* \geq 0,4\%$$

dans lesquelles, pour des teneurs exprimées en%, :

$$Tr = 1,8xC + 1,1xMn + 0,7xNi + 0,6xCr + 1,6xMo^* + 0,5$$

$$Dr = 54xC^{0,25} + 24,5x(Mo^* + 3xV^*)^{0,30} + 1,58xMn + 0,74xNi + 1,8xSi + 12,5x(Cr)^{0,20}$$

$$U = 1600xC + 100x(0,25xCr + Mo^* + 4,5xV^*)$$

$$R = 3,8xC + 10xSi + 3,3xMn + 2,4xNi + 1,4x(Cr + Mo^*)$$

$$Mo^* = Mo + W/2$$

$$V^* = V + Nb/2 + Ta/4$$

- 5 Les teneurs en bore, aluminium, titane, zirconium et azote, exprimées en millièmes de % en poids, étant telles que :

$$B \geq \frac{1}{3} \times K1 + 0,5$$

avec $K1 = \text{Min}(I^* ; J^*)$

$$I^* = \text{Max}(0 ; I) \quad \text{et} \quad J^* = \text{Max}(0 ; J)$$

10 $I = \text{Min}(N ; N - 0,29(Ti + Zr/2 - 5))$

$$J = \text{Min}\left(N ; 0,5\left(N - 0,52 \text{ Al} + \sqrt{(N - 0,52 \text{ Al})^2 + 283}\right)\right).$$

2 – Bloc en acier selon la revendication 1, dont la composition chimique est telle que :

$$R > 11$$

15

3 – Bloc en acier selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce que :

$$R \leq 2,7 \times Tr$$

20 4 – Bloc en acier selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la teneur en silicium est strictement inférieure à 0,45% en poids et la teneur en carbone inférieure ou égale à 0,35% en poids.

5 – Bloc en acier selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que $R / (2,7 \times Tr) \leq 0,90$.

25 6 – Bloc en acier selon la revendication 5, caractérisé en ce que $R / (2,7 \times Tr) \leq 0,80$

7 – Bloc en acier selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que $U/Dr < 9,0$.

30 8 – Bloc en acier selon la revendication 7, caractérisé en ce que sa composition est telle que :

$$0,230 \% \leq C \leq 0,350 \%$$

$$Si \leq 0,30 \%$$

14

$$0,1\% \leq \text{Mn} \leq 1,8\%$$

$$\text{Ni} \leq 2,5\%$$

$$0,2\% \leq \text{Cr} \leq 3,0\%$$

$$\text{Mo} + \text{W}/2 \leq 2,5\%$$

5

$$\text{V} + \text{Nb}/2 + \text{Ta}/4 \leq 0,3\%$$

$$\text{Mo}^* + 3\text{xV}^* \geq 0,8\%$$

9 – Bloc en acier selon la revendication 8, caractérisé en ce que sa composition est telle que :

10

$$0,240\% \leq \text{C} \leq 0,320\%$$

$$\text{Si} \leq 0,15\%$$

$$0,1\% \leq \text{Mn} \leq 1,6\%$$

$$\text{Ni} \leq 2,0\%$$

$$0,2\% \leq \text{Cr} \leq 2,5\%$$

15

$$0,3\% \leq \text{Mo} + \text{W}/2 \leq 2,5\%$$

$$\text{V} + \text{Nb}/2 + \text{Ta}/4 \leq 0,3\%$$

$$\text{Mo}^* + 3\text{xV}^* \geq 1,2\%$$

10 – Bloc en acier selon la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce que $\text{Tr} >$

20 4,5.

11 – Pièce de moule en acier usinée dans un bloc conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 10, dont au moins une partie de la surface est durcie par nitruration et dont la dureté en tous points est comprise entre 430HB et 530HB.

25

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/FR 03/01013

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 C22C38/44 C22C38/46 C22C38/58 C22C38/60 C22C38/42

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C22C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, CHEM ABS Data, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	EP 0 792 944 A (CREUSOT LOIRE) 3 September 1997 (1997-09-03) claims 1-18 page 2, line 1 -page 8, line 49 tables 1-4	1-10 11
X A	EP 0 709 481 A (CREUSOT LOIRE) 1 May 1996 (1996-05-01) claims 1-11 page 3, line 1 -page 7, line 34	1-10
X A	EP 0 431 557 A (DAIDO STEEL CO LTD) 12 June 1991 (1991-06-12) claims 1-4 tables 1-5 page 2, line 1 -page 8, line 20 -/-	1-10 11

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the International filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

* & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 July 2003

Date of mailing of the international search report

05/08/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Vlassi, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Publication No.

PCT/FR 05/01013

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	EP 0 725 156 A (CREUSOT LOIRE) 7 August 1996 (1996-08-07) claims 1-13 page 2, line 1 -page 7, line 58 ---	1-10 11
X A	EP 0 805 220 A (CREUSOT LOIRE) 5 November 1997 (1997-11-05) claims 1-11 page 2, line 1 -page 9, line 2 ---	1-8,10 9,11
X A	EP 1 069 198 A (SUMITOMO METAL IND) 17 January 2001 (2001-01-17) claims 1-6 examples 1-4 tables 1-16 page 4, line 35 -page 11, line 40 ---	1-7 8-11
X A	EP 0 882 808 A (THYSSEN FRANCE SA) 9 December 1998 (1998-12-09) claims 1-6 page 2, line 1 -page 3, line 40 ---	1-10 11
X A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 10, 31 October 1996 (1996-10-31) -& JP 08 165542 A (DAIDO STEEL CO LTD) 25 June 1996 (1996-06-25) abstract ---	1-8,10 9,11
X A	US 5 013 524 A (LEBAN KARL) 7 May 1991 (1991-05-07) claims 1-9 column 1, line 1 -column 4, line 25 ---	1-7 8-11
X A	US 3 615 879 A (HERZOG EUGENE) 26 October 1971 (1971-10-26) claims 1-10 column 1, line 1 -column 5, line 47 -----	1-8,10 9,11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 05/01013

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0792944	A	03-09-1997	FR 2745587 A1 AT 219526 T CA 2197532 A1 CN 1174244 A ,B DE 69713415 D1 DE 69713415 T2 EP 0792944 A1 ES 2176632 T3 JP 10036938 A PT 792944 T US 5785924 A	05-09-1997 15-07-2002 01-09-1997 25-02-1998 25-07-2002 09-01-2003 03-09-1997 01-12-2002 10-02-1998 30-09-2002 28-07-1998
EP 0709481	A	01-05-1996	FR 2726287 A1 AT 189269 T CA 2161740 A1 CN 1129744 A ,B DE 69514755 D1 DE 69514755 T2 EP 0709481 A1 ES 2144113 T3 JP 8209298 A PT 709481 T TW 420721 B US 5645794 A	03-05-1996 15-02-2000 01-05-1996 28-08-1996 02-03-2000 10-08-2000 01-05-1996 01-06-2000 13-08-1996 30-06-2000 01-02-2001 08-07-1997
EP 0431557	A	12-04-1999	JP 2881869 B2 JP 3177536 A AT 125879 T DE 69021342 D1 DE 69021342 T2 EP 0431557 A1 KR 178780 B1 US 5139737 A	12-04-1999 01-08-1991 15-08-1995 07-09-1995 04-01-1996 12-06-1991 18-02-1999 18-08-1992
EP 0725156	A	07-08-1996	FR 2729974 A1 DE 69613868 D1 DE 69613868 T2 EP 0725156 A1 JP 8239738 A US 5695576 A	02-08-1996 23-08-2001 29-11-2001 07-08-1996 17-09-1996 09-12-1997
EP 0805220	A	05-11-1997	FR 2748036 A1 AT 227354 T AU 708786 B2 AU 1903897 A CA 2203488 A1 CN 1174896 A ,B DE 69716806 D1 DE 69716806 T2 EP 0805220 A1 ES 2186851 T3 JP 10096049 A PT 805220 T TW 426746 B US 5855845 A	31-10-1997 15-11-2002 12-08-1999 06-11-1997 29-10-1997 04-03-1998 12-12-2002 24-07-2003 05-11-1997 16-05-2003 14-04-1998 31-03-2003 21-03-2001 05-01-1999
EP 1069198	A	17-01-2001	CA 2323952 A1 EP 1069198 A1	03-08-2000 17-01-2001

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 05/01013

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1069198	A		US 6475305 B1	05-11-2002
			CN 1113973 B	09-07-2003
			WO 0044953 A1	03-08-2000
			JP 2000282172 A	10-10-2000
			JP 2001214241 A	07-08-2001
EP 0882808	A	09-12-1998	FR 2764308 A1	11-12-1998
			AT 212385 T	15-02-2002
			AU 748866 B2	13-06-2002
			AU 6981098 A	10-12-1998
			BR 9814777 A	24-10-2000
			CN 1215762 A , B	05-05-1999
			DE 69803514 D1	14-03-2002
			DE 69803514 T2	29-08-2002
			EP 0882808 A1	09-12-1998
			ES 2170462 T3	01-08-2002
			HK 1019901 A1	02-08-2002
			PT 882808 T	31-07-2002
			SG 63849 A1	30-03-1999
JP 08165542	A	25-06-1996	NONE	
US 5013524	A	07-05-1991	AT 392982 B	25-07-1991
			AT 96489 A	15-12-1990
			AU 621729 B2	19-03-1992
			AU 5374390 A	25-10-1990
			EP 0395623 A1	31-10-1990
			JP 2294449 A	05-12-1990
			KR 9309392 B1	02-10-1993
3615879	A	26-10-1971	BE 718520 A	31-12-1968
			FR 1551909 A	03-01-1969
			GB 1228179 A	15-04-1971

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/FR 05/01013

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
 CIB 7 C22C38/44 C22C38/46 C22C38/58 C22C38/60 C22C38/42

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 C22C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, CHEM ABS Data, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X A	EP 0 792 944 A (CREUSOT LOIRE) 3 septembre 1997 (1997-09-03) revendications 1-18 page 2, ligne 1 -page 8, ligne 49 tableaux 1-4	1-10 11
X A	EP 0 709 481 A (CREUSOT LOIRE) 1 mai 1996 (1996-05-01) revendications 1-11 page 3, ligne 1 -page 7, ligne 34	1-10 11
X A	EP 0 431 557 A (DAIDO STEEL CO LTD) 12 juin 1991 (1991-06-12) revendications 1-4 tableaux 1-5 page 2, ligne 1 -page 8, ligne 20	1-10 11
	-/-	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

G document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

30 juillet 2003

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

05/08/2003

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
 Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2260 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Vlassi, E

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No
PCT/FR 05/01013

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X A	EP 0 725 156 A (CREUSOT LOIRE) 7 août 1996 (1996-08-07) revendications 1-13 page 2, ligne 1 -page 7, ligne 58 ---	1-10 11
X A	EP 0 805 220 A (CREUSOT LOIRE) 5 novembre 1997 (1997-11-05) revendications 1-11 page 2, ligne 1 -page 9, ligne 2 ---	1-8,10 9,11
X A	EP 1 069 198 A (SUMITOMO METAL IND) 17 janvier 2001 (2001-01-17) revendications 1-6 exemples 1-4 tableaux 1-16 page 4, ligne 35 -page 11, ligne 40 ---	1-7 8-11
X A	EP 0 882 808 A (THYSSEN FRANCE SA) 9 décembre 1998 (1998-12-09) revendications 1-6 page 2, ligne 1 -page 3, ligne 40 ---	1-10 11
X A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 10, 31 octobre 1996 (1996-10-31) -& JP 08 165542 A (DAIDO STEEL CO LTD) 25 juin 1996 (1996-06-25) abrégé ---	1-8,10 9,11
X A	US 5 013 524 A (LEBAN KARL) 7 mai 1991 (1991-05-07) revendications 1-9 colonne 1, ligne 1 -colonne 4, ligne 25 ---	1-7 8-11
X A	US 3 615 879 A (HERZOG EUGENE) 26 octobre 1971 (1971-10-26) revendications 1-10 colonne 1, ligne 1 -colonne 5, ligne 47 -----	1-8,10 9,11

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR 03/01013

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0792944	A	03-09-1997	FR 2745587 A1 AT 219526 T CA 2197532 A1 CN 1174244 A ,B DE 69713415 D1 DE 69713415 T2 EP 0792944 A1 ES 2176632 T3 JP 10036938 A PT 792944 T US 5785924 A	05-09-1997 15-07-2002 01-09-1997 25-02-1998 25-07-2002 09-01-2003 03-09-1997 01-12-2002 10-02-1998 30-09-2002 28-07-1998
EP 0709481	A	01-05-1996	FR 2726287 A1 AT 189269 T CA 2161740 A1 CN 1129744 A ,B DE 69514755 D1 DE 69514755 T2 EP 0709481 A1 ES 2144113 T3 JP 8209298 A PT 709481 T TW 420721 B US 5645794 A	03-05-1996 15-02-2000 01-05-1996 28-08-1996 02-03-2000 10-08-2000 01-05-1996 01-06-2000 13-08-1996 30-06-2000 01-02-2001 08-07-1997
EP 0431557	A	12-04-1999	JP 2881869 B2 JP 3177536 A AT 125879 T DE 69021342 D1 DE 69021342 T2 EP 0431557 A1 KR 178780 B1 US 5139737 A	12-04-1999 01-08-1991 15-08-1995 07-09-1995 04-01-1996 12-06-1991 18-02-1999 18-08-1992
EP 0725156	A	07-08-1996	FR 2729974 A1 DE 69613868 D1 DE 69613868 T2 EP 0725156 A1 JP 8239738 A US 5695576 A	02-08-1996 23-08-2001 29-11-2001 07-08-1996 17-09-1996 09-12-1997
EP 0805220	A	05-11-1997	FR 2748036 A1 AT 227354 T AU 708786 B2 AU 1903897 A CA 2203488 A1 CN 1174896 A ,B DE 69716806 D1 DE 69716806 T2 EP 0805220 A1 ES 2186851 T3 JP 10096049 A PT 805220 T TW 426746 B US 5855845 A	31-10-1997 15-11-2002 12-08-1999 06-11-1997 29-10-1997 04-03-1998 12-12-2002 24-07-2003 05-11-1997 16-05-2003 14-04-1998 31-03-2003 21-03-2001 05-01-1999
EP 1069198	A	17-01-2001	CA 2323952 A1 EP 1069198 A1	03-08-2000 17-01-2001

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres des familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR 03/01013

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1069198	A		US 6475305 B1	05-11-2002
			CN 1113973 B	09-07-2003
			WO 0044953 A1	03-08-2000
			JP 2000282172 A	10-10-2000
			JP 2001214241 A	07-08-2001
EP 0882808	A	09-12-1998	FR 2764308 A1	11-12-1998
			AT 212385 T	15-02-2002
			AU 748866 B2	13-06-2002
			AU 6981098 A	10-12-1998
			BR 9814777 A	24-10-2000
			CN 1215762 A , B	05-05-1999
			DE 69803514 D1	14-03-2002
			DE 69803514 T2	29-08-2002
			EP 0882808 A1	09-12-1998
			ES 2170462 T3	01-08-2002
			HK 1019901 A1	02-08-2002
			PT 882808 T	31-07-2002
			SG 63849 A1	30-03-1999
JP 08165542	A	25-06-1996	AUCUN	
US 5013524	A	07-05-1991	AT 392982 B	25-07-1991
			AT 96489 A	15-12-1990
			AU 621729 B2	19-03-1992
			AU 5374390 A	25-10-1990
			EP 0395623 A1	31-10-1990
			JP 2294449 A	05-12-1990
			KR 9309392 B1	02-10-1992
US 3615879	A	26-10-1971	BE 718520 A	31-12-1968
			FR 1551909 A	03-01-1969
			GB 1228179 A	15-04-1971